

Electrohydraulic unit for pressure control in brake systems for automotive vehicles

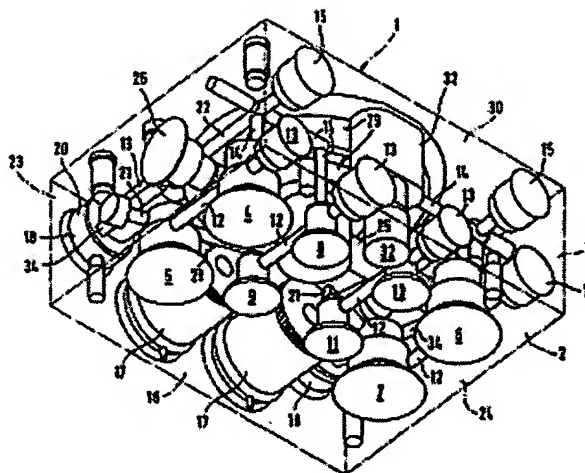
Patent number: DE19712211
Publication date: 1998-10-01
Inventor: DINKEL DIETER (DE); OTTO ALBRECHT (DE); RISCH STEPHAN (DE); SONNENSCHNEIN GEORG (DE)
Applicant: ITT MFG ENTERPRISES INC (US)
Classification:
- international: B60T17/02; B60T17/04
- european: B60T8/36F8B, B60T17/02, B60T17/04
Application number: DE19971012211 19970324
Priority number(s): DE19971012211 19970324

Also published as:

WO9842552 (A1)
EP0969995 (A1)
US6260933 (B1)
EP0969995 (B1)

Abstract of DE19712211

The invention relates to an electro-hydraulic unit for regulating pressure in brake installations for motor vehicles with mechanical, hydraulic and/or electric components e.g. control valves, storage pistons, pump components and pump drive parts fitted in location holes of a one-piece housing (1, 35), and with location holes (4, 11) for control valves, aligned in pairs in two parallel rows in one housing face (2). In accordance with the invention, the control valves, which are connected to the slave cylinders of a vehicle axis, the volume requirement of which is less than the volume requirement of the slave cylinders of the other vehicle axis, and the location holes (8-11) of these control valves have a smaller diameter and are fitted off-line from the centre of the row towards a side face of the housing (3).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 12 211 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 60 T 17/02
B 60 T 17/04

②1 Aktenzeichen: 197 12 211.6
②2 Anmeldetag: 24. 3. 97
④3 Offenlegungstag: 1. 10. 98

DE 197 12 211 A 1

⑦1 Anmelder:
ITT Mfg. Enterprises, Inc., Wilmington, Del., US

⑦4 Vertreter:
Portwich, P., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 60488 Frankfurt

⑦2 Erfinder:
Dinkel, Dieter, 65817 Eppstein, DE; Otto, Albrecht,
61137 Schöneck, DE; Risch, Stephan, 64331
Weiterstadt, DE; Sonnenschein, Georg, 65760
Eschborn, DE

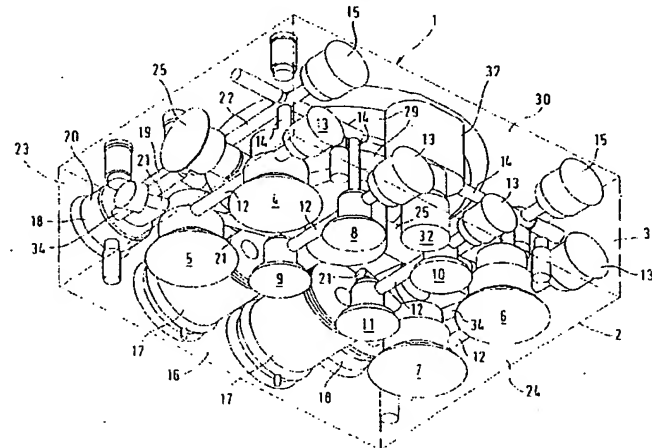
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 42 34 013 A1
DE 40 13 160 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Elektrohydraulisches Aggregat zur Druckregelung in Bremsanlagen für Kraftfahrzeuge

⑤7 Bei einem elektrohydraulischen Aggregat zur Druckregelung in Bremsanlagen für Kraftfahrzeuge mit in Aufnahmebohrungen eines einteiligen Gehäuses angeordneten mechanischen, hydraulischen und/oder elektrischen Bauelementen, wie Steuerventilen, Speicherkolben, Pumpenbauteilen und Pumpenantriebsteilen, und mit in einer Gehäusefläche (2) in zwei Reihen paarweise nebeneinanderliegenden parallelen Aufnahmebohrungen (4 bis 11) für Steuerventile ist vorgesehen, daß die Steuerventile, die mit den Nehmerzylindern einer Fahrzeugachse verbunden sind, deren Volumenbedarf kleiner ist als der Volumenbedarf der Nehmerzylinder der anderen Fahrzeugachse, und die Aufnahmebohrungen (8 bis 11) dieser Steuerventile einen kleineren Durchmesser haben und aus der Reihenmitte in Richtung einer seitlichen Gehäusefläche (3) versetzt angeordnet sind.



DE 197 12 211 A 1

Die Erfindung betrifft ein elektrohydraulisches Aggregat zur Druckregelung in Bremsanlagen für Kraftfahrzeuge mit in Aufnahmebohrungen eines einteiligen Gehäuses angeordneten mechanischen, hydraulischen und/oder elektrischen Bauelementen, wie Steuerventilen, Speicherkolben, Pumpenbauteilen und Pumpenantriebssteifen, wobei in einer ersten Gehäusefläche in zwei Reihen paarweise nebeneinanderliegend mehrere parallele Aufnahmebohrungen für Steuerventile, in einer zweiten sich in Richtung der Reihen erstreckenden Gehäusefläche parallele Bohrungen zur Bildung von Druckspeichern und Dämpfungskammern und in einer dritten, der zweiten Gehäusefläche gegenüberliegenden Gehäusefläche Anschlußbohrungen für Druckmittelteilungen vorgesehen sind, die zu den Geber- und Nehmerzylindern der Bremsanlage führen, wobei zwischen den beiden Reihen von Aufnahmebohrungen zur Aufnahme der Kolben und Ventile der Pumpe und eine Aufnahmebohrung für den Pumpenantrieb angeordnet ist und wobei die Bohrungen der Druckspeicher zwischen den Bohrungen der Dämpfungskammern liegen.

Bei einem bekannten elektrohydraulischen Aggregat der angegebenen Art liegen die Achsen der Aufnahmebohrungen für die Steuerventile in zwei parallelen Ebenen und haben gleiche Abmessungen. Dies wirkt sich auf die Baugröße des Gehäuses ungünstig aus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Aggregat der eingangs genannten Art den für das Gehäuse benötigten Bauraum zu verkleinern, ohne daß dies mit Funktionsnachteilen und einer Verteuerung der Herstellung verbunden ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Steuerventile, die mit den Nehmerzylindern einer Fahrzeugachse verbunden sind, deren Volumenbedarf kleiner ist als der Volumenbedarf der Nehmerzylinder der anderen Fahrzeugachse, und die Aufnahmebohrungen dieser Steuerventile einen kleineren Durchmesser haben und aus der Reihenmitte in Richtung der dritten Gehäusefläche versetzt angeordnet sind.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß der bei den meisten Fahrzeugbremsanlagen geringe Volumenbedarf der Nehmerzylinder an der Hinterachse des Fahrzeugs ohne Beeinträchtigung der Funktion eine erhebliche Verkleinerung der Steuerventile zur Regelung des Bremsdrucks dieser Nehmerzylinder ermöglicht und daß die Verkleinerung dieser Steuerventile vorteilhaft dazu benutzt werden kann, den für das Gehäuse des elektrohydraulischen Aggregats benötigten Bauraum zu reduzieren, indem die Aufnahmebohrungen für diese Steuerventile näher zusammengedrückt und zu einer Gehäusesseite hin versetzt angeordnet werden. Der hierdurch gewonnene Raum ermöglicht ein näheres Heranrücken der Bohrungen der Druckspeicher an die Gehäusemitte, so daß bei gleichbleibenden Speichervolumen die Baulänge des Gehäuses in Achsrichtung dieser Bohrungen verkürzt werden kann. Befinden sich die Aufnahmebohrungen mit gleichem Durchmesser jeweils in beiden Bohrungsreihen nebeneinander, so kann zusätzlich eine Verkleinerung des Gehäuses in Richtung der Bohrungsreihen erreicht werden. Die geringeren Abmessungen des Gehäuses und der geringeren Bearbeitungsaufwand für die kleineren Aufnahmebohrungen und die kleineren Ventilausführungen führen darüberhinaus zu einer Reduzierung der Herstellkosten.

Eine ergänzende Maßnahme zur Verkleinerung der Gehäuseabmessungen kann erfindungsgemäß darin bestehen, daß die Bohrungen der Dämpfungskammern als Stufenbohrungen ausgebildet sind, deren im Durchmesser kleinere

Stufe über den Boden der benachbarten Aufnahmebohrungen hinwegragt. Hierbei kann weiterhin vorgesehen sein, daß die Achsen der beiden Stufen der Stufenbohrungen parallel zueinander angeordnet sind, so daß die Lage der kleineren Stufe von der Lage der größeren Stufe bis zu einem gewissen Grade unabhängig ist.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des elektrohydraulischen Aggregats bietet weiterhin die Möglichkeit, nur durch eine Verlängerung des Gehäuses in einer Richtung, nämlich in Richtung der Bohrungsachsen der Druckspeicher, zwischen den Bohrungen der Druckspeicher und der Dämpfungskammern und den diesen benachbarten Aufnahmebohrungen eine zusätzliche, im Bogen angeordnete Reihe von Aufnahmebohrungen großer Abmessung für die Aufnahme weiterer Steuerventile anzuordnen, die einer automatischen Betätigung der Bremsanlage, z. B. zur Antriebschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung dienen. Die Anordnung dieser zusätzlichen Ventillreihe hat den Vorteil, daß das Bohrbild für die Kanäle zum Verbinden der Aufnahmebohrungen, Anschlußbohrungen und Druckspeicher- und Dämpfungskammerbohrungen bei einem Gehäuse ohne zusätzliche Ventillreihe und einem Gehäuse mit einer zusätzlichen Ventillreihe bis auf kleine Änderungen gleich sein kann und daß nur eine geringe Anzahl zusätzlicher Kanalbohrungen zum Anschluß der zusätzlichen Ventillreihe benötigt wird. Hierdurch wird die spanende Fertigung erleichtert und die Zahl der Werkzeuge bleibt klein. Auch die Montage der Bauelemente ist einfach, da die übereinstimmenden Bauelemente immer an der gleichen Stelle sitzen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in der Zeichnung dargestellt sind. Es zeigen in perspektivischer Transparenzdarstellung

Fig. 1 eine Ansicht von unten des Gehäuses einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Aggregats.

Fig. 2 eine Ansicht des Gehäuses gemäß Fig. 1 von oben.

Fig. 3 einen Querschnitt durch das Gehäuse gemäß Fig. 1 mit eingebauter Pumpe.

Fig. 4 eine Ansicht von unten des Gehäuses einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Aggregats und

Fig. 5 eine Ansicht von oben des Gehäuses gemäß Fig. 3.

Das in den Fig. 1 und 2 dargestellte Gehäuse 1 hat die Form eines flachen Quaders und ist aus einem spanend bearbeitbaren Material, z. B. einer Aluminiumlegierung hergestellt. Auf der Unterseite 2 des Gehäuses sind in zwei nebeneinanderliegenden und im wesentlichen zu einer Gehäuseseite 3 parallelen Reihen zur Gehäusefläche 2 senkrechte Aufnahmebohrungen 4 bis 11 zur Aufnahme elektromagnetischer Steuerventile angeordnet. Jeweils zwei benachbarte Aufnahmebohrungen aus beiden Reihen sind durch Kanalbohrungen 12 miteinander und mit Anschlußbohrungen 13 verbunden, an die zu Nehmerzylindern führende Druckmittelteilungen anschließbar sind. Die Anschlußbohrungen 13 sind in der Gehäuseseite 3 angeordnet und die Kanalbohrungen 12 verlaufen senkrecht zur Gehäuseseite 3. Die Aufnahmebohrungen 4, 8 einerseits und 6, 10 andererseits sind durch rechtwinklig aufeinandertreffende und zu den Gehäuseseiten parallele Kanalbohrungen 14 miteinander und jeweils mit einer Anschlußbohrung 15 für eine zu einem Geberzylinder führende Druckleitung verbunden. Die Aufnahmebohrungen 8 bis 11 liegen in der Mitte zwischen den Aufnahmebohrungen 4 bis 7 und haben einen erheblich kleineren Durchmesser und eine kleinere Tiefe als diese. Die Aufnahmebohrungen 8 bis 11 sind darüberhinaus derart versetzt angeordnet, daß ihr Mittenabstand zur Gehäuseseite 3 kleiner ist als der entsprechende Mittenabstand der Aufnahmebohrungen 4 bis 7. Auf diese Weise wird zwischen den Aufnahmebohrungen 9, 11 und der der Gehäuseseite 3 ent-

gegengesetzten Gehäusefläche 16 ein Freiraum für zwei in der Gehäusefläche 16 angeordnete und für die Aufnahme von Speicherkolben bestimmte und als Druckspeicher dienende Bohrungen 17 geschaffen. Beiderseits der Bohrungen 17 befinden sich in der Gehäusefläche 16 abgestufte Bohrungen 18, die zur Bildung von Dämpfungskammern bestimmt sind. Die kleinere Stufe 19 der Bohrungen 18 ist exzentrisch zur größeren Stufe 20 angeordnet und erstreckt sich bis über den Boden der Aufnahmebohrungen 5, 7. Die Bohrungen 17 sind durch Kanalbohrungen 21 mit den Aufnahmebohrungen 5, 9 bzw. 7, 11 verbunden. Die Bohrungen 18 sind durch Kanalbohrungen 22 mit den Kanalbohrungen 14 verbunden.

In den seitlichen, einander entgegengesetzten Gehäuseflächen 23, 24, die sich zwischen den Gehäuseflächen 3 und 16 erstrecken, sind zu den Gehäuseflächen 23, 24 senkrechte Zylinderbohrungen 25 angeordnet, die sich innerhalb des Gehäuses 1 zwischen den beiden Reihen der Aufnahmebohrungen 4 bis 11, wie auch zwischen den Kanalbohrungen 12 und 22 befinden. Die Zylinderbohrungen 25 dienen zur Aufnahme zweier Pumpenkolben 26, der Saugventile 27 und der Druckventile 28 der Pumpe, wie aus Fig. 3 zu ersehen. Die einander zugekehrten Enden der Zylinderbohrungen 25 münden in eine Aufnahmebohrung 29, die sich im Zentrum der oberen Gehäuseseite 30 befindet und zur Aufnahme des elektromotorischen Pumpenantriebs 31 dient. Die Aufnahmebohrung 29 ist in mehreren Stufen von innen nach außen erweitert. Parallel zur Aufnahmebohrung 29 ist eine Durchgangsbohrung 32 als Kabeldurchführung vorgesehen. Die Zylinderbohrungen 25 sind jeweils durch eine Kanalbohrung 33 mit den Bohrungen 17 und durch eine Kanalbohrung 34 mit den Bohrungen 18 verbunden.

Das Gehäuse 1 wird mit zwei Größen von elektromagnetischen Steuerventilen bestückt. In die Aufnahmebohrungen 4 bis 7 werden Steuerventile größerer Abmessung, in die Aufnahmebohrungen 8 bis 11 Steuerventile kleinerer Abmessung eingesetzt. Die Steuerventile größerer Abmessung werden in der Regel mit den Nehmerzylindern an der Vorderachse eines Fahrzeugs verbunden, da diese einen größeren Volumenbedarf haben. Die kleineren Steuerventile werden mit den Nehmerzylindern der Hinterachse verbunden. In die Aufnahmebohrungen 4, 6, 8, 10 werden in der Grundstellung offene Steuerventile, in die Aufnahmebohrungen 5, 7, 9, 11 werden in der Grundstellung geschlossene Steuerventile eingebaut. Mit der beschriebenen Gestaltung des Gehäuses 1 kann ein besonders kompaktes elektrohydraulische Aggregat zur Bremschlupfregelung für eine Bremsanlage mit zwei unabhängigen Bremskreisen geschaffen werden. Der in Bezug auf die Mittelebene zwischen den Gehäuseflächen 23, 24 symmetrische Aufbau des Gehäuses 1 trägt der Aufteilung in zwei Bremskreise Rechnung.

Die Fig. 4 und 5 zeigen ein Gehäuse 35 für ein elektrohydraulisches Aggregat, das zusätzlich zu den Funktionen, die mit dem oben beschriebenen Gehäuse 1 erreichbar sind, auch eine automatische, vom Fahrer unabhängige Betätigung der Bremsanlage zur Antriebsschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung ermöglicht. Hierzu weist das Gehäuse 35 die nachfolgend beschriebenen, zusätzlichen und gegenüber dem Gehäuse 1 abweichenden Merkmale auf. Zwischen den Aufnahmebohrungen 5, 7, 9, 11 und den Bohrungen 17, 18 sind in einer gebogenen Reihe vier weitere Aufnahmebohrungen 36 bis 39 angeordnet, deren Durchmesser im wesentlichen dem Durchmesser der größeren Aufnahmebohrungen 4 bis 7 entspricht. Die Anordnung der Aufnahmebohrungen 36 bis 39 in einem Bogen wird durch den kleineren Durchmesser der Aufnahmebohrungen 8 bis 11 ermöglicht und hat den Vorteil, daß für die Unterbringung der Aufnahmeboh-

rungen 36 bis 39 eine Verbreiterung des Gehäuses 35 im Vergleich zum Gehäuse 1 nicht erforderlich ist. Die Aufnahmebohrungen 36 bzw. 39 sind jeweils durch eine Kanalbohrung 40 mit der Aufnahmebohrung 37 bzw. 38 verbunden. Vom Boden der Aufnahmebohrungen 36, 39 führt weiterhin jeweils eine Kanalbohrung 41 zur Kanalbohrung 22. Die Kanalbohrungen 22 sind in Abweichung gegenüber dem Gehäuse 1 ebenso wie die Aufnahmebohrungen 4 und 6 von den Anschlußbohrungen 15 und den Aufnahmebohrungen 8, 10 getrennt. Statt dessen verbinden von den Kanalbohrungen 14 abzweigende Kanalbohrungen 42 die Anschlußbohrungen 15 mit den Aufnahmebohrungen 36, 39 und über die Kanalbohrungen 40 auch mit den Aufnahmebohrungen 37 und 38. Die Aufnahmebohrungen 37 und 38 sind außerdem an die Kanalbohrungen 33 angeschlossen und durch diese mit den Bohrungen 17 und den Zylinderbohrungen 25 verbunden. In Fig. 5 sind zur besseren Darstellung eine Bohrung 17 und die Aufnahmebohrung 29 weggelassen.

In die Aufnahmebohrungen 36, 39 werden elektromagnetisch betätigbare Trennventile eingesetzt, die in der Grundstellung offen sind und die Anschlußbohrungen 15 mit den Aufnahmebohrungen 4 bzw. 6 verbinden. Werden die Trennventile betätigt, so sperren sie den Weg in Richtung der Anschlußbohrungen 15, solange der Druck in den Kanalbohrungen 22 einen vorgegebenen Grenzwert nicht überschreitet. In die Aufnahmebohrungen 37, 38 werden elektromagnetisch betätigbare Umschaltventile eingesetzt, die in der Grundstellung geschlossen sind und durch die bei Betätigung die zur Saugseite der Pumpenzylinder führenden Kanalbohrungen 33 mit den Anschlußbohrungen 15 und den daran angeschlossenen Geberzylindern verbunden werden. Befinden sich die Trennventile und die Umschaltventile in der Grundstellung, so entspricht der hydraulische Schaltplan des Gehäuses 35 in seiner Funktion demjenigen des Gehäuses 1. Werden die Trennventile und die Umschaltventile betätigt und der Pumpenantrieb eingeschaltet, so kann durch Ansteuerung der größeren Steuerventile in den Aufnahmebohrungen 4 bis 7 eine automatische Betätigung der an diesen Anschlußbohrungen angeschlossenen Nehmerzylinder zur Antriebsschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung bewirkt werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Gehäuse
- 2 Unterseite
- 3 Gehäusefläche
- 4 Aufnahmebohrung
- 5 Aufnahmebohrung
- 6 Aufnahmebohrung
- 7 Aufnahmebohrung
- 8 Aufnahmebohrung
- 9 Aufnahmebohrung
- 10 Aufnahmebohrung
- 11 Aufnahmebohrung
- 12 Kanalbohrung
- 13 Anschlußbohrung
- 14 Kanalbohrung
- 15 Anschlußbohrung
- 16 Gehäusefläche
- 17 Bohrung
- 18 Bohrung
- 19 Stufe
- 20 Stufe
- 21 Kanalbohrung
- 22 Kanalbohrung
- 23 Gehäusefläche
- 24 Gehäusefläche

25 Zylinderbohrung	
26 Pumpenkolben	
27 Saugventil	
28 Druckventil	
29 Aufnahmebohrung	
30 Gehäuseseite	5
31 Pumpenantrieb	
32 Durchgangshohrung	
33 Kanalbohrung	
34 Kanalbohrung	10
35 Gehäuse	
36 Aufnahmebohrung	
37 Aufnahmebohrung	
38 Aufnahmebohrung	
39 Aufnahmebohrung	15
40 Kanalbohrung	
41 Kanalbohrung	
42 Kanalbohrung	

Patentansprüche	20
-----------------	----

kammern und den diesen benachbarten Aufnahmebohrungen (5, 7, 9, 11) eine zusätzliche, im Bogen angeordnete Reihe von Aufnahmebohrungen (36 bis 39) großer Abmessung für die Aufnahme weiterer Steuerventile angeordnet ist, die zur automatischen Betätigung der Bremsanlage, z. B. zur Antriebsschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung dienen.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

1. Elektrohydraulisches Aggregat zur Druckregelung in Bremsanlagen für Kraftfahrzeuge mit in Aufnahmebohrungen eines einteiligen Gehäuses angeordneten mechanischen, hydraulischen und/oder elektrischen Bauelementen, wie Steuerventilen, Speicherkolben, Pumpenbauteilen und Pumpenantriebsteilen, wobei in einer ersten Gehäusefläche in zwei Reihen paarweise nebeneinanderliegend mehrere parallele Aufnahmebohrungen für Steuerventile, in einer zweiten sich in Richtung der Reihen erstreckenden Gehäusefläche parallele Bohrungen zur Bildung von Druckspeichern und Dämpfungskammern und in einer dritten, der zweiten Gehäusefläche gegenüberliegenden Gehäusefläche Anschlußbohrungen für Druckmittelleitungen vorgesehen sind, die zu den Geber- und Nehmerzylindern der Bremsanlage führen, wobei zwischen den beiden Reihen von Aufnahmebohrungen sich in Richtung der Reihen erstreckende Zylinderbohrungen zur Aufnahme der Kolben und Ventile der Pumpe und eine Aufnahmebohrung für den Pumpenantrieb angeordnet ist und wobei die Bohrungen der Druckspeicher zwischen den Bohrungen der Dämpfungskammern liegen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuerventile, die mit den Nehmerzylindern einer Fahrzeugachse verbunden sind, deren Volumenbedarf kleiner ist als der Volumenbedarf der Nehmerzylinder der anderen Fahrzeugachse, und die Aufnahmebohrungen (8 bis 11) dieser Steuerventile einen kleineren Durchmesser haben und aus der Reihenmitte in Richtung der dritten Gehäusefläche (3) versetzt angeordnet sind.
2. Aggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmebohrungen gleichen Durchmessers in beiden Bohrungsreihen jeweils nebeneinander angeordnet sind.
3. Aggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrungen (18) der Dämpfungskammern als Stufenbohrungen ausgebildet sind, deren im Durchmesser kleinere Stufe (19) über den Boden der benachbarten Aufnahmebohrung (5 bzw. 7) hinwegragt.
4. Aggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen der beiden Stufen (19, 20) der Stufenbohrung (18) parallel zueinander angeordnet sind.
5. Aggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Bohrungen (17, 18) der Druckspeicher und der Dämpfungskammern und den diesen benachbarten Aufnahmebohrungen (5, 7, 9, 11) eine zusätzliche, im Bogen angeordnete Reihe von Aufnahmebohrungen (36 bis 39) großer Abmessung für die Aufnahme weiterer Steuerventile angeordnet ist, die zur automatischen Betätigung der Bremsanlage, z. B. zur Antriebsschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung dienen.

- Leerseite -

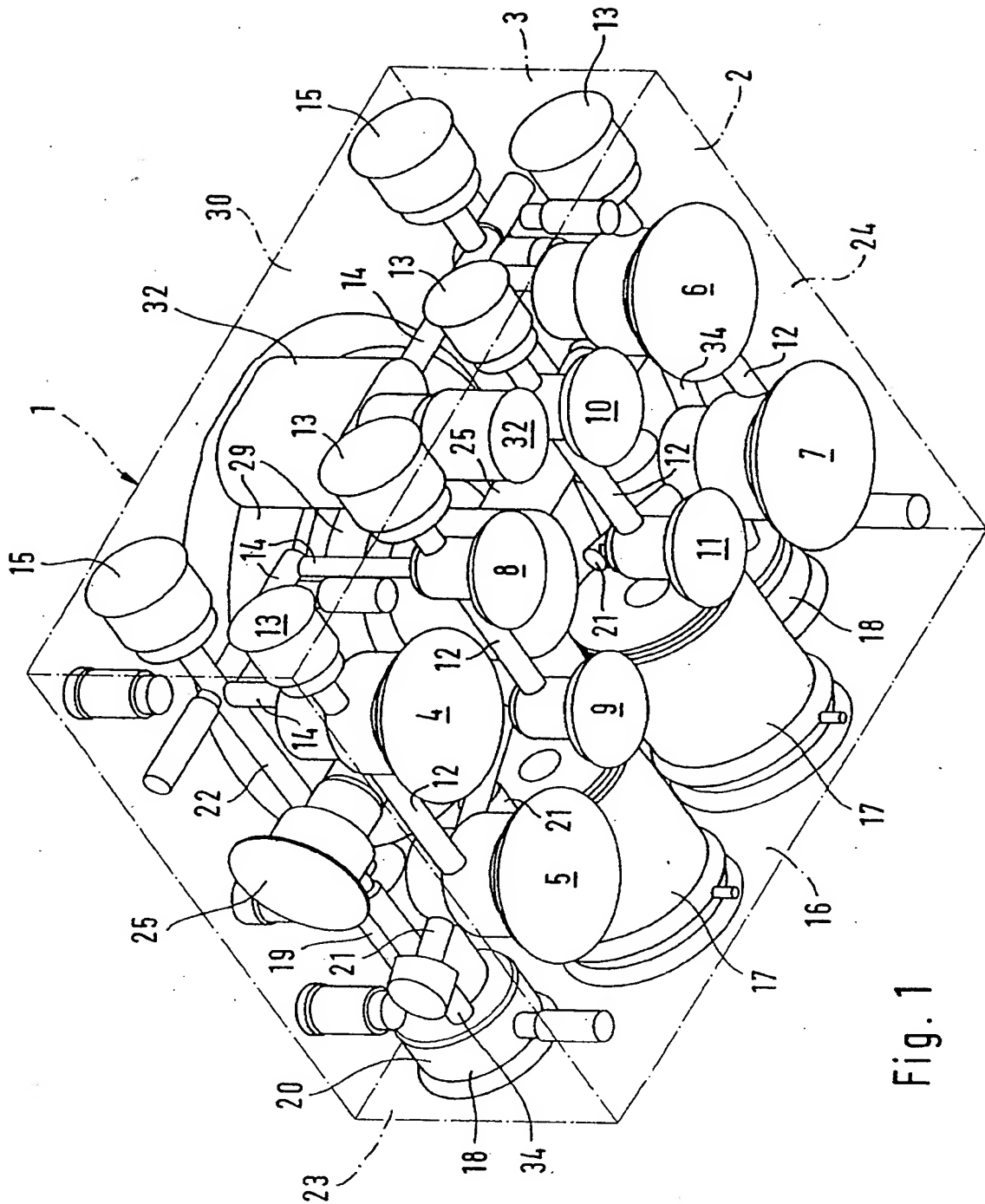


Fig. 1

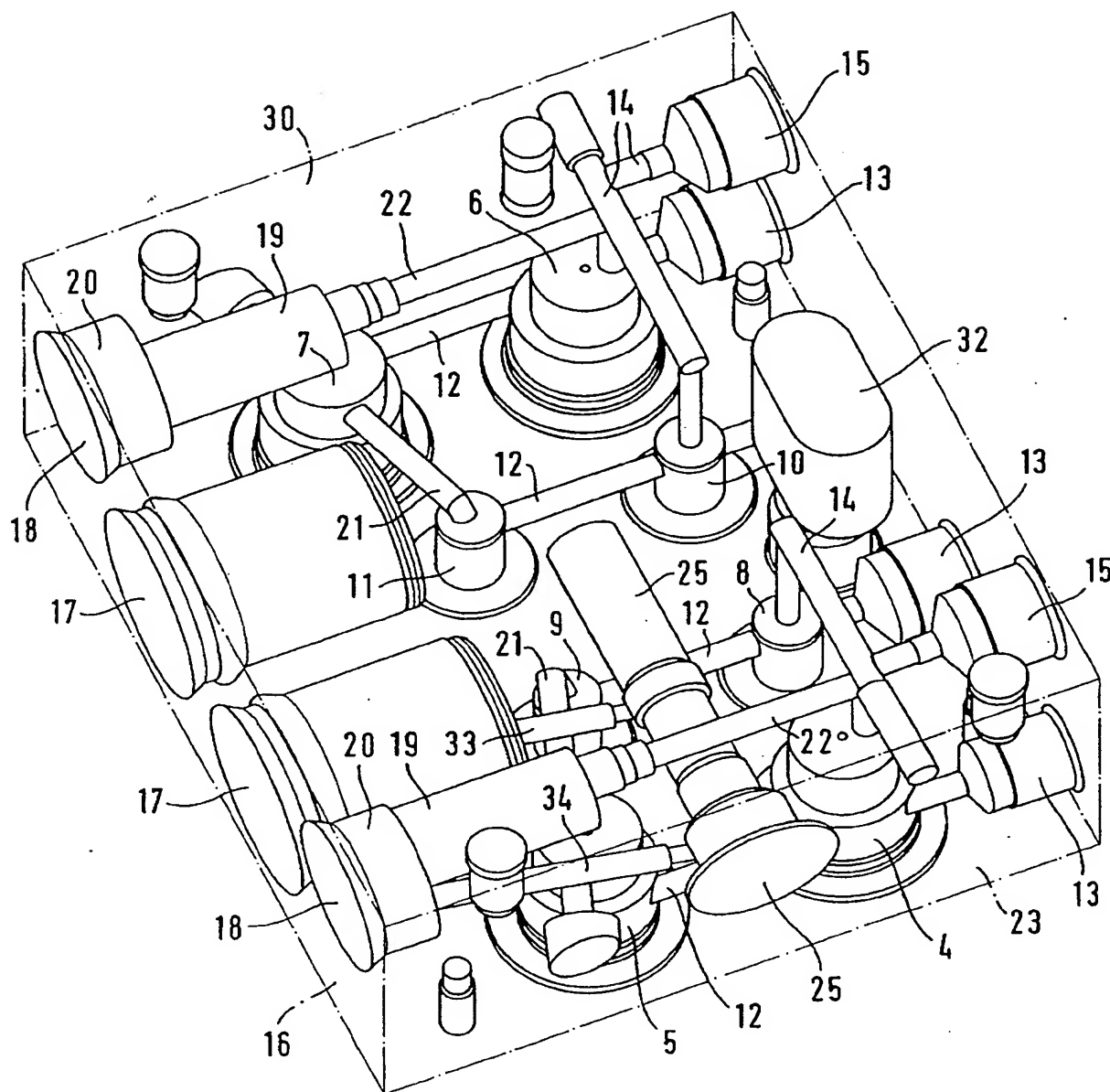


Fig. 2

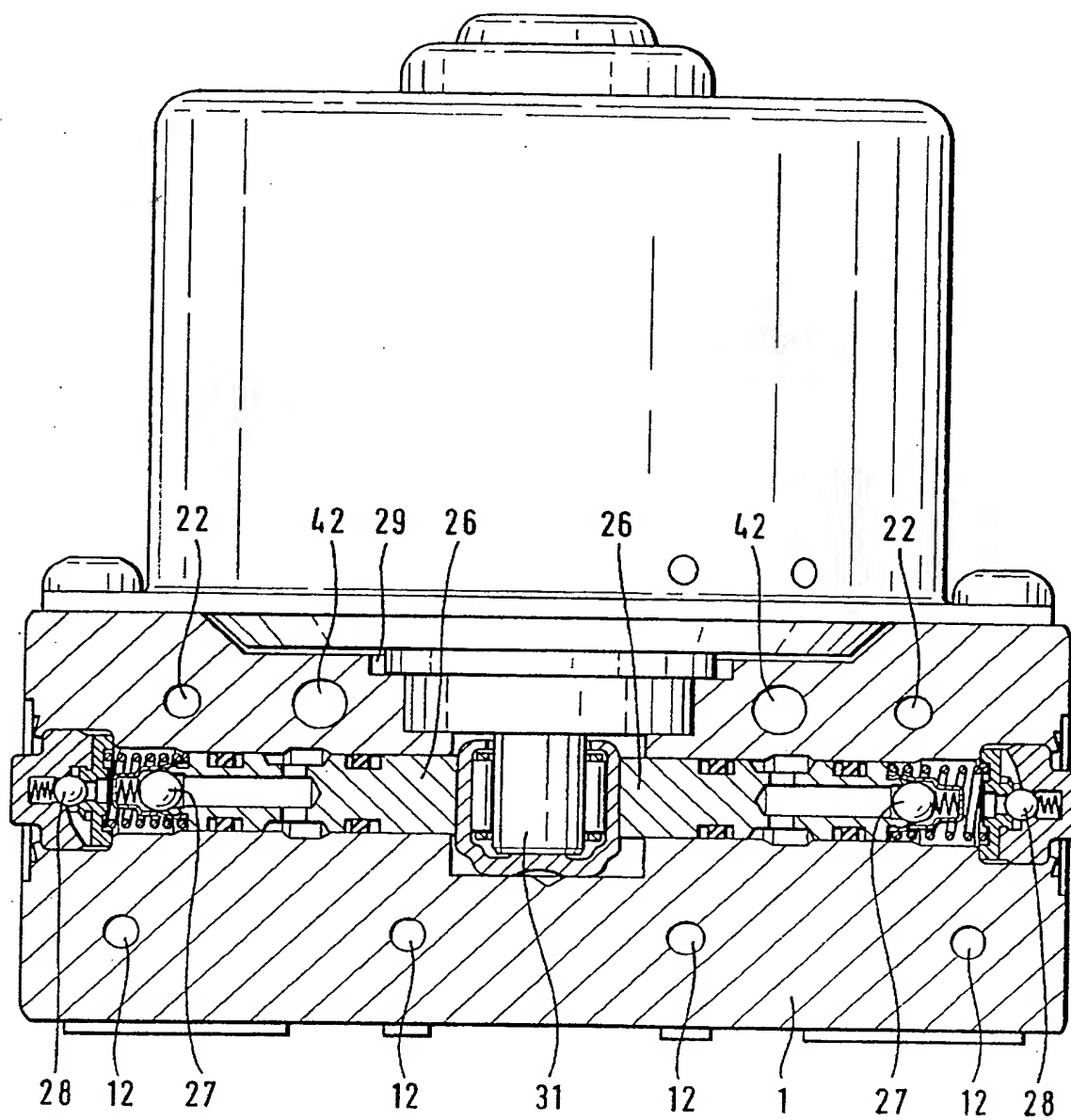


Fig. 3

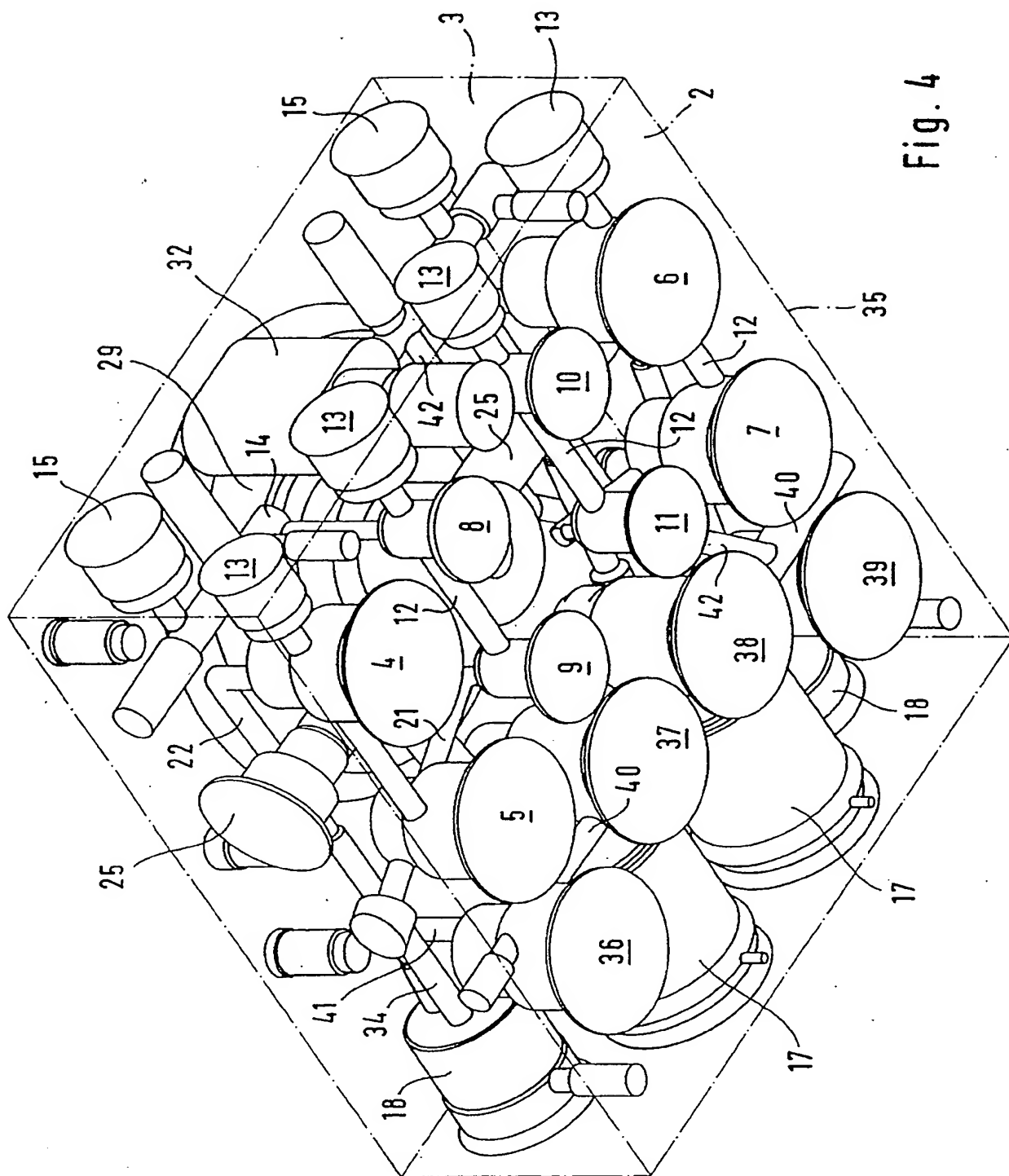


Fig. 4

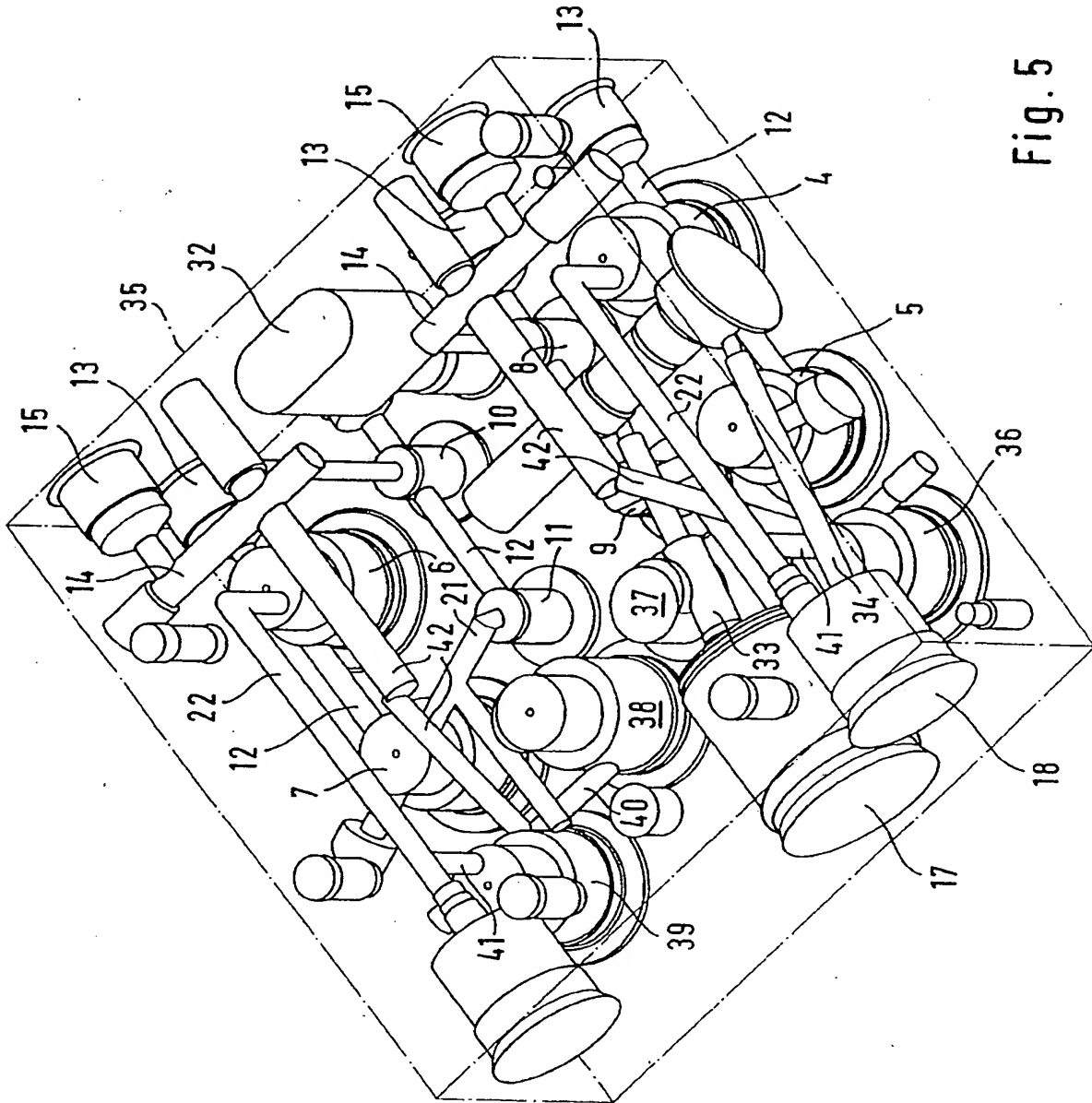


Fig. 5